

## PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN UNTUK PEMBUATAN BIOETANOL

**Aprilia D.A dan Edi Mulyadi**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim

### ABSTRAK

Tebu off grade merupakan salah satu tumbuhan asli Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol. Penelitian pembuatan etanol berbahan dasar tebu dilaksanakan skala laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya kandungan kadar etanol yang dihasilkan dari Tebu off grade.

Prosedur penelitian ini terdiri pemerasan Tebu off grade menjadi nira, pemanasan (penggodokan) nira, proses fermentasi dengan penambahan ragi (yeast) dan berlangsung selama 6 hari dengan volum nira Tebu off grade yang digunakan adalah 5 liter. ragi 1 g sampai, 5 g, dengan waktu 2 hari, sampai 6 hari, yang merupakan variable bebas dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada skala laboratorium penggunaan nira Tebu off grade 5 liter dengan berat ragi 5 g, dan waktu 4 hari menghasilkan kadar etanol terbaik sebesar 6,30 %.

**Kata kunci :** Tebu off grade, nira Tebu off grade , ragi, dan Bioetanol

### ABSTRACT

*The Off grade Sugarcane is one of Indonesian native plants that can be used as raw material for bioethanol. Research the manufacture of ethanol made from sugar cane conducted laboratory scale. The purpose of this study was to determine the magnitude of the content of ethanol produced from sugar cane off grade.*

*The procedure of this study consisted of Sugarcane squeeze into juice off grade, heating (formulation) juice, with the addition of yeast fermentation (yeast) and lasted for 6 days with volume Sugarcane juice off grade used is 5 liters. 1 g to yeast, 5 g, with a time of 2 days to 6 days, which is the independent variable in this study. The results showed that the use of a laboratory-scale sugar cane juice off grade of 5 liters weighing 5 g yeast, and time 4 days produces the best ethanol content of 6.30%.*

**Keywords:** Sugarcane off grade, off grade Sugarcane juice, yeast, and Bioethanol

## PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan gaya hidupnya. Kondisi inilah yang memaksa dilakukannya diversifikasi sumber energi agar dapat mengurangi beban pasokan energi fosil (Partono 2012). Untuk itulah perlu dikembangkan bahan bakar alternatif dengan memanfaatkan sumber bahan baku yang ada dan banyak terdapat di daerah pertanian tebu. Limbah hasil pertanian tebu yang tidak bisa diolah oleh Pabrik gula berupa sogolan bonggol, pucuk, sogolan dan tebu off grade (serasa tebu) jumlahnya mencapai 50 %. Pemanfaatan tebu Off Grade sampai saat ini masih belum optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan alternatif pengolahan tebu off grade tersebut menjadi produk Bio Etanol yang mengacu pada “kesederhanaan proses” dan “Hemat Energi” yang mampu di adopsi oleh masyarakat pedesaan.

### Parameter Penelitian :

- a. Kadar Gula
- b. Kadar Etanol

### Alat Penelitian :

1. Kompor
2. Panci Berkapasitas 30 liter
3. Bak Fermentasi Berkapasitas 6 liter
4. Alat Pengaduk dengan panjang 35 cm
5. Termometer
6. Timbangan

### Bahan Penelitian :

1. Limbah tebu off grade 25 liter
2. Ragi 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr, 5 gr pada masing-masing bak fermentasi

### Variabel Penelitian :

Berdasarkan beberapa variabel

yang digunakan dalam penelitian ini

1. Variabel Bebas
  - a. Dosis Ragi 1g, 2g, 3g, 4g, 5g
  - b. Waktu fermentasi 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari dan 6 hari
2. Variabel Tetap  
Nira tebu off grade 5 liter

### Prosedur penelitian

Tebu merupakan salah satu sumber glukosa, glukosa merupakan senyawa karbohidrat kompleks sebelum difermentasi, glukosa, karbohidrat yang lebih sederhana. Untuk mengurai glukosa, perlu bantuan Ragi (yeast) dan yang berperan mengurai glukosa atau gula sederhana. Setelah menjadi gula, dan difermentasi menjadi etanol.

Adapun berikut langkah - langkah pembuatan bioetanol berbahan Sagu yaitu:

1. *Tebu off grade* (anakan tebu, bonggol, pucuk) di bersihkan dan di cuci terlebih dahulu giling tebu off grade untuk diambil nira.
2. Masukkan nira tebu off grade 25 liter ke dalam panci berkapasitas 30 liter. Panaskan limbah tebu off grade hingga 80°C selama  $\pm 1$  jam, kemudian Aduk rebusan limbah tebu off grade sampai mendidih, tahap ini merupakan tahap hidrolisa bahan.
3. Dinginkan limbah tebu off grade yang telah mendidih, sampai batas normal lalu ambil 5 liter nira tebu off grade ke mudian masukkan ke dalam galon fermentasi dan tambahkan ragi 1gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr 5 gr lalu aduk secara merata pada masing- masing tangki, tahap ini merupakan tahap sakarifikasi bahan.
4. Tutup rapat tangki fermentasi untuk mencegah kontaminasi dan ragi bekerja mengurai glukosa menjadi

etanol lebih optimal. Fermentasi berlangsung anaerob atau tidak membutuhkan oksigen. Agar fermentasi optimal, jaga pH pada 4 - 5 ( asam ).

5. Pada waktu 2, 3, 4, 5, dan 6 hari, larutan tebu off grade menjadi 3 lapisan. Lapisan terbawah berupa endapan, air dan etanol.
6. Setelah 2, 3, 4, 5, dan 6, hari.

Sedot 250 ml larutan etanol dengan selang plastik dari bak fermentasi, lalu masukkan ke dalam botol sebagai sampel untuk dilakukan analisa.

### Uji Kadar Gula

Prinsip dari hidrolisis pati pada dasarnya adalah perubahan pati menjadi Glukosa. Perubahan tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya secara enzimatis, kimiawi ataupun kombinasi keduanya. Dalam penelitian ini menggunakan metode enzimatis, Enzim yang digunakan dalam proses hidrolisa adalah enzim alfa amilase, sedangkan tahap sakarifikasi menggunakan enzim glukoamilase. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan enzim alfa amilase pada tahap likuifikasi menghasilkan kadar etanol tertinggi. (Setyohadi, 2006 )

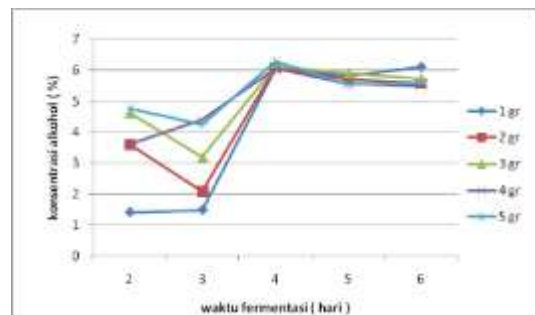
### Uji Kadar Etanol

Setelah mengetahui besarnya kadar glukosa yang terkandung dalam tebu off grade maka dilakukan uji kadar etanol.

**Tabel 1. Pengaruh variasi berat ragi terhadap persentase pembentukan alkohol**

	Ragi 1 g	Ragi 2 g	Ragi 3 g	Ragi 4 g	Ragi 5 g
2 hari	1,41 %	3,61 %	4,62 %	3,61 %	4,77 %
3 hari	1,48 %	2,09 %	3,19 %	4,40 %	4,25 %
4 hari	6,07 %	6,10 %	6,14 %	6,07 %	6,30 %
5 hari	5,81 %	5,70 %	5,92 %	5,58 %	5,55 %
6 hari	6,11 %	5,58 %	5,73 %	5,51 %	5,60 %

Berikut ini pengaruh waktu fermentasi terhadap konsentrasi alkohol (%) di jelaskan pada gambar 1



**Gambar 1`. Pengaruh lama fermentasi terhadap konsentrasi ( % )**

Menyatakan bahwa dengan berat 5 liter nira tebu off grade dan berat ragi 1 gr yang digunakan pada waktu fermentasi hari ke 1 sudah di ketahui kadar etanol, hal ini disebabkan karena kadar glukosa yang dihasilkan oleh nira tebu off grade belum maksimal, sehingga pertumbuhan bakteri cenderung terhambat karena kebutuhan nutrisi dari bakteri *sacharomyces* yang terkandung dalam ragi belum terpenuhi sehingga menyebabkan bakteri *sacharomyces* memerlukan penyesuaian terhadap lingkungan sekitar.

Namun pada waktu fermentasi hari ke 2 tidak terjadi perubahan, tetapi tidak begitu signifikan, hal ini dikarenakan pada waktu fermentasi hari ke 1 dan ke 2 masih terdapat bahan glukosa ( *nira tebu off grade* ) belum

mengalami perubahan struktur sehingga kerja dari bakteri *sacharomyces* belum optimal untuk merubah glukosa menjadi etanol.

Waktu fermentasi hari ke 3 terjadi perubahan yang signifikan karena pada waktu fermentasi hari sebelumnya tidak terjadi pengurangan kadar glukosa (*reducing sugar*), sehingga substrat yang tersedia sebagai nutrisi sebanding dengan jumlah bakteri *sacharomyces* maka kerja dari bakteri *sacharomyces* optimal menyebabkan etanol yang terbentuk pun semakin banyak. Fermentasi hari ke 4 dan ke 5 terjadi penurunan mungkin disebabkan ada beberapa bakteri *sacharomyces* yang hidup atau pun mati.

Kemudian dengan penggunaan nira tebu off grade 5 liter dan ragi 2 g pada waktu fermentasi hari ke 1 dan ke 2 sama seperti yang terjadi pada penggunaan nira tebu off grade 5 liter dan 1 g, namun pada waktu fermentasi hari ke 3, ke 4 dan ke 5 terjadi perubahan yang begitu signifikan tetapi cenderung konstan dimana perolehan kadar etanol mengalami peningkatan

dikarenakan kandungan glukosa yang dihasilkan sesuai dengan jumlah bakteri *sacharomyces* sehingga nutrisi dari bakteri *sacharomyces* terpenuhi maka kerja dari bakteri menjadi optimal hal ini berdampak terhadap perolehan kadar etanol yang dihasilkan yaitu mengalami peningkatan dibandingkan dengan fermentasi pada hari ke 1, dan pada waktu fermentasi mencapai hari ke 5 dimana bahan nira off grade yang telah mengalami perubahan menjadi monosakarida secara sempurna karena pengaruh dari lamanya waktu fermentasi maka kandungan kadar etanol yang dihasilkan mengalami peningkatan yang sangat signifikan.

Kemudian dengan penggunaan berat nira tebu off grade 5 liter dan ragi

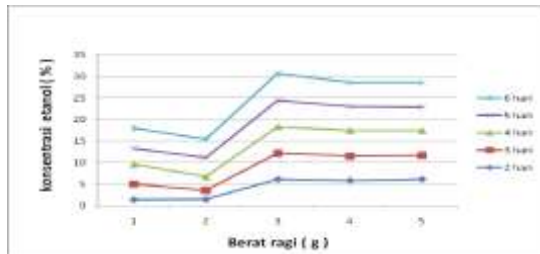
3 g pada waktu fermentasi hari ke 1

kadar etanol keluar yang mana kandungan kadar glukosa pada berat nira tebu off grade 5 liter pada awalnya telah memenuhi nutrisi yang diperlukan oleh bakteri *sacharomyces* sehingga kerja dari bakteri *sacharomyces* yang terkandung dalam ragi pun optimal, hal ini berdampak terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Namun pada waktu fermentasi hari ke 5 kandungan kadar etanol yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan dibandingkan dengan berat nira tebu off grade 5 liter dan ragi 1 g dan 2 g pada hari yang sama hal ini menunjukkan bahwa sebenarnya kandungan kadar glukosa yang merupakan substrat bagi bakteri *sacharomyces* yang dihasilkan dari nira tebu. Pada berat nira tebu off grade 5 liter dan 4 gr ragi, hari 1 keluar kadar etanol sama dengan berat ragi 1, 2, 3 g, sedangkan pada hari 2, 3, 4, menunjukkan signifikan tapi pada hari ke 5 mengalami penurunan yang tidak jauh sama dengan ragi 1, 2, 3 g. Dan pada berat nira tebu off grade 5 liter dan ragi 5 g, hari 1 kadar etanol keluar sama dengan menggunakan ragi 1, 2, 3, 4, dan hari ke 2, 3, 4, mengalami perubahan disebabkan beberapa bakteri *sacharomyces* mati dan hari ke 5 menunjukkan kadar etanol yang sama dengan menggunakan berat ragi 1 g, 2 g, 3 g, 4 g.

**Tabel 2. Pengaruh variasi berat ragi terhadap persentase pembentukan alkohol.**

	Ragi 1 g	Ragi 2 g	Ragi 3 g	Ragi 4 g	Ragi 5 g
2 hari	1,41 %	3,61 %	4,62 %	3,61 %	4,77 %
3 hari	1,48 %	2,09 %	3,19 %	4,40 %	4,25 %
4 hari	6,07 %	6,10 %	6,14 %	6,07 %	6,30 %
5 hari	5,81 %	5,70 %	5,92 %	5,58 %	5,55 %
6 hari	6,11 %	5,58 %	5,73 %	5,51 %	5,60 %

Pengaruh kandungan bakteri *sacharomyces* terhadap konsentasi etanol di tunjukan pada gambar 4.2



**Gambar 2. Pengaruh berat ragi terhadap konsentrasi alkohol ( % )**

Pengaruh dosis ragi 1 gr terhadap nira tebu off grade 5 liter pada 2 hari menunjukan kadar etanol sebesar 1,41 %, pada dosis ragi 2 g mengalami peningkatan kadar etanol sebesar 3,61 %, peningkatan signifikan terjadi pada dosis ragi 3 g kadar etanol sebesar 4,62 %, kemudian mengalami penurunan pada dosis ragi 4 g kadar etanol sebesar 3,61 % dan terjadi peningkatan dosis ragi 5 gr kadar etanol nya sebesar 4,77 %.

Dosis ragi 1 gr terhadap nira tebu off grade 5 liter pada 3 hri menunjukan kadar etanol sebesar 1,48 % jauh lebih rendah di dibandingkan dengan hari ke 2, pada dosis 2 g terhadap nira tebu off grade 5 liter kadar etanol nya sebesar 2,09%, hal ini mungkin di sebabkan karna bakteri pada ragi ada yang mati, pada dosis ragi 3 g terhadap nira tebu off grade 5 liter mengalami peningkatan kadar etanol ny sebesar 3, 19 % dan pada dosis 4 g terhadap nira tebu off grade 5 liter terus mengalami peningkatan 4,40% dan terjadi sedikit penurunan pada dosis 5 g mengalami sebesar 4,25 %. Hasil dosis 1 g ragi terhadap nira tebu off grade 5 liter pada

4 hari kadar etanol sebesar 6,07 %, dosis 2 g ragi terhadap nira tebu

off grade 5 liter kadar etanol meningkat sebesar 6,10 % , pada dosis 3 g ragi terhadap nira tebu off grade 5 liter mengalami peningkatan terus menerus sebesar 6,14 %, dosis 4 g ragi terhadap nira tebu off grade 5 liter kadar etanol nya sebesar 6,07 % dan pada dosis 5 g ragi terhadap nira tebu off grade 5 liter kadar etanol nya mengalami penurunan di sebabkan bakteri pada ragi mati hasil yang di keluarkan sebesar 6,03 %.

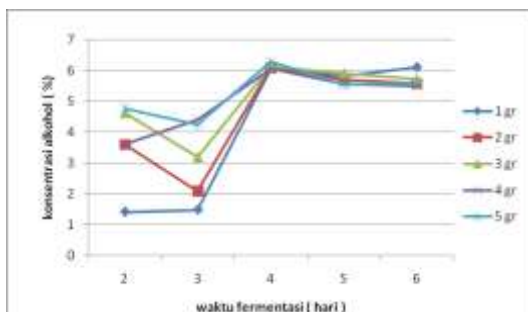
Pengaruh dosis 1 g terhadap nira tebu off grade 5 liter pada hari ke 5 kadar etanol nya sebesar 5,81 %, dosis ragi 2 g terhadap nira tebu off grade 5 liter mengalami penurunan sebesar 5,70 %, dosis ragi 3 g terhadap nira tebu off grade mengalami peningkatan mungkin di karnakan beberapa baketri pada ragi mulai bekerja hasil yang di keluarkan sebesar 5,92 % penurunan terjadi pada dosis 4 g ragi sebesar 5,58 %, dan pada dosis 5 g ragi kadar etanol nya sebesar 5,55 % hal ini tidak jauh berbeda dengan dosis 4 g , pengaruh dosis 1 g terhadap nira tebu off grade 5 liter pada 6 hari kadar etanol menunjukan 6,11 % penurunan terjadi pada dosis ragi 2 g sebesar 5,58 % peningkatan bakteri hanya terjadi sedikit pada dosis ragi 3 g hasil yang di keluarkan sebesar 5,73 % penurunan terjadi pada dosis ragi 4 g mungkin di sebabkan karna bakteri pada ragi sudah tidak dapat berkembang biak lagi dan hasil yang dikeluarkan sebesar 5,51 % peningkatan sedikit terjadi pada dosis ragi 5 g ragi kadar etanol nya sebesar 5,60 %.

### Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi

**Tabel 3 Pengaruh variasi berat ragi terhadap persentase pembentukan alkohol**

	Ragi 1 g	Ragi 2 g	Ragi 3 g	Ragi 4 g	Ragi 5 g
2 hari	1,41 %	3,61 %	4,62 %	3,61 %	4,77 %
3 hari	1,48 %	2,09 %	3,19 %	4,40 %	4,25 %
4 hari	6,07 %	6,10 %	6,14 %	6,07 %	6,30 %
5 hari	5,81 %	5,70 %	5,92 %	5,58 %	5,55 %
6 hari	6,11 %	5,58 %	5,73 %	5,51 %	5,60 %

Dari hasil variasi ragi terhadap persentase pembentukan alkohol dapat di tunjukan pada gambar 3



**Gambar 3. Pengaruh lama fermentasi terhadap konsentrasi (%)**

Penelaahan lebih lanjut dengan uji beda waktu fermentasi ( hari ), menunjukkan bahwa kadar etanol pada hari ke 2 dan hari ke 3 dengan nira tebu off grade 5 liter dengan ragi yang sama yaitu : 1 g, 2 g, 3 g, 4 g, 5 g ragi, lebih kecil dibandingkan dengan hari ke 4, pada hari ke 4 menunjukan kadar etanol sangat signifikan, sedangkan hari ke 5 mengalami penurunan sedikit, dan di hari ke 6 nira tebu off grade 5 liter hal ini akan berakibat terhadap proses fermentasi itu sendiri yakni menyebabkan kandungan kadar etanol

cenderung menurun karena berkurangnya kadar glukosa yang terkandung dalam nira tebu off grade , sehingga menyebabkan kerja dari ragi tidak optimal seperti yang terjadi pada penelitian ( Hikmiyati dan Yanie, 2010 ) yang mana semakin lama waktu waktu fermentasi, jumlah pengurangan glukosa ( reducing sugar ) juga semakin besar, hal ini dikarenakan pada proses fermentasi terjadi pengurangan glukosa yang merupakan makanan bagi bakteri *Sacharomyces*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari semua ulasan hasil pembahasan dan pengamatan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Nira tebu off grade 5 liter dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol.
- Hasil kajian yang terbaik diperoleh dari konsentrasi kadar etanol dalam nira tebu off grade yaitu dengan berat ragi 5 gr dengan kadar etanolnya sebesar 6,30 % dengan lama waktu 4 hari dan konsentrasi kadar etanol awal yaitu hari pertama hanya 6,07 %. Dari hasil analisa diperoleh konsentrasi kadar gula dalam nira tebu off grade yang di panaskan yaitu 17,64 %. Semakin lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap kandungan kadar glukosa dan kerja dari ragi dalam mengurai glukosa menjadi etanol, yakni semakin banyak kadar glukosa yang berkurang akan semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan, tetapi dengan semakin lama waktu fermentasi ( hari ), maka kerja dari ragi dalam mengurai glukosa menjadi berkurang karena disebabkan oleh berkurangnya bahan makanan

bagi bakteri yakni glukosa tersebut.

### Saran

- a. Pada proses fermentasi yang perlu diperhatikan adalah banyaknya nirarabu off grade yang digunakan, karena hal ini sangat berpengaruh terhadap proses fermentasi.
- b. Untuk menghasilkan kadar etanol yang lebih baik perlu dilakukan proses destilasi atau pemurnian karena dengan proses ini akan memisahkan air terhadap etanol sehingga etanol yang akan dihasilkan menjadi lebih sempurna.

### DAFTAR PUSTAKA

- Chemianiawan 2007, “ *Produksi Bioetanol Dari Sampah Organik Melalui Pretreatment Kimiawi Dan Fermentasi Ole Saccharomyces* “.
- Hikmiyati, 2010, “ *Pembuatan Bioetanol dari limbah kulit singkong melalui proses hidrolisa asam dan enzimatis*” Teknik Kimia, Universitas Diponegoro
- Mursyidin 2007 dalam Sri Komarayati dan Gusmailina “ *Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah* “.
- Neves, MAD 2006, “ *Bioetanol Production From Wheat Milling* “. Disertasi Agricultural Science University Of Tsukuba , Jepang .
- Nurianti 2007 dalam Sjahrul Bustan “ *Kebijakan Pengembangan bahan bakar Nabati ( Bioetanol )* .
- Perry 1984, “ *Production Of Bioetanol Via Enzymatic Saccharification Of Rice Straw* By Celululase Produced By *Trichoderma Ressei Under Solid State Fermentation* “.
- Setyohadi 2006 dalam Sssimnjuntuk 2009, “ *Studi Pembuatan Etanol Dari Limbah Gula ( molase )* . Universitas Sumatera Utara.
- Soerawidjaja 2008, “ *Proses Pembuatan Bioetanol Teknik Kimia* , ITB Bandung
- Tsukaha K And Sawayama C 2006, “ *Liquid Fuel Production Using Microalgae* “.
- Wahyuni M, 2007 “ *Marine Biodiesel Pengganti Bahan Bakar Minyak ( BBM ) Yang Ramah Di Masa Depan* “ . Jurnal Departemen THP FPIK, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Winarno 1984, “ *Produksi Bioetanol Dari Sampah Organik Melalui Pretreatment Biologis Fermentasi* “.